

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
KATEDRA ENERGETIKY**

Bakalářská práce:

**SROVNÁNÍ VODNÍHO A ELEKTRICKÉHO PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ
RODINNÉHO DOMKU**

**COMPARSION OF WATERHEATING AND ELECTROHEATING HEATED
FLOOR**

Vedoucí projektu:

Ing. Matoušek Jan, Ph.D.

Vypracoval:

Josef Slíva

Ostrava 2010

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny podklady a literaturu.

V Ostravě 20. 5. 2010

..... JHla

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce.

- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20. 5. 2010

.....


Josef Slíva

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Slíva, J. *Srovnání vodního a elektrického podlahového vytápění rodinného domku : bakalářská práce*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava katedra, Fakulta strojní Katedra energetiky, 44 str., 2010, vedoucí Ing. Jan Matoušek, Ph. D.

Bakalářská práce se zabývá porovnáním dvou systémů podlahového vytápění (teplovodního a elektrického). V úvodu práce jsou zmíněny základní vlastnosti podlahového vytápění, zabývá se jednotlivými druhy pokládání. Dále obsahuje výpočet tepelných ztrát a ekonomické porovnání jednotlivých zdrojů vytápění. Cílem práce je zvolit nejvhodnější systém.

Klíčová slova

Tepelné ztráty, podlahové vytápění, investice

ANNOTATION OF BACHELOR DISSERTATION

Slíva, J. *Comparsion of Eatherheating and Electroheating Heated Floor : bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of energetic, 2010, page 44, Thesis head: Ing. Jan Matoušek, Ph.D.

Bachelor's work occupies by comparing of two systems of floor heating (Waterheating and Electroheating). In prologue there are mentoioned basic system parameters of rating, it occupies by single style of laying. Further contains calculation of heat loss and economical comparsion of single heating sources. Goal of this work is choose optimal system.

Keywords

Heat losses, floor heating, investments

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Janu Matouškovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při její tvorbě.

OBSAH

Seznam použitého značení	4
1 Úvod.....	6
1.1 Historický vývoj podlahového vytápění.....	6
1.2 Podlahové vytápění obecně	7
1.3 Jak funguje systém podlahového topení.....	8
1.4 Jakým způsobem podlahové topení vytápí.....	9
1.5 Jaký zdroj tepla se používá pro systémy podlahového topení.....	9
1.6 Typy podlahového vytápění	9
1.7 Krytina pro podlahové vytápění	9
1.8 Výhody podlahového vytápění.....	9
1.9 Rozložení teplot v oblastech.....	10
1.10 Teplotní zóny dle typu vytápění	10
2 Teplovodní podlahové vytápění.....	11
2.1 Způsoby provedení	11
2.2 Suchý způsob.....	11
2.3 Mokrý způsob.....	13
2.4 Způsoby tvarování otopného registru.....	14
2.5 Volba podlahové krytiny	16
3 Elektrické podlahové vytápění.....	18
3.1 Základní typy elektrického podlahového vytápění.....	18
3.1.1 Akumulační režim vytápění.....	18
3.1.2 Poloakumulační režim vytápění	19
3.1.3 Přímotopný režim vytápění	20
3.1.4 Poměr velikosti tepelných toků	21
3.2 Otopné prvky pro elektrické podlahové vytápění	22
3.2.1 Topné kabely	22

3.2.2	Topné rohože	23
3.2.3	Topné fólie.....	24
4	Teoretický rozbor výpočtu tepelných ztrát	25
4.1	Celková tepelná ztráta	25
4.2	Tepelná ztráta prostupem tepla.....	25
4.3	Tepelná ztráta větráním	28
5	Výpočet tepelných ztrát objektu	29
5.1	Popis objektu	29
5.2	Tepelné ztráty-detailní výpočet pro jednu místnost	29
5.3	Výpočet součinitele prostupu tepla	30
5.4	Výpočet základní tepelné ztráty	30
5.5	Výpočet tepelné ztráty prostupem tepla	31
5.6	Výpočet tepelných ztrát větráním	31
5.7	Celková tepelná ztráta pro místnost 1.IV	31
5.8	Celková tepelná ztráta pro celý objekt	31
6	Výpočet spotřeby tepla za topné období a návrhy tepelných zdrojů	32
6.1	Náklady na realizaci teplovodního a elektrického vytápění.....	32
6.1.1	Teplovodní vytápění	33
6.1.2	Elektrické vytápění	33
6.2	Návrh topného zařízení pro teplovodní vytápění	33
6.2.1	Návrh plynového kotle	34
6.2.2	Návrh kondenzačního plynového kotle	35
6.2.3	Návrh kotle na tuhá paliva.....	36
6.2.4	Množství spotřebované energie na elektrické vytápění.....	36
6.2.5	Porovnání spotřeby energie jednotlivých zdrojů za vytápěcí období..	37
7	Ekonomické zhodnocení investice s ohledem na současné ceny energií	38

7.1	Pořizovací náklady na otopné zařízení	38
7.2	Náklady na provoz za vytápěcí období	38
7.2.1	Plynový kotel	39
7.2.2	Plynový kondenzační kotel	39
7.2.3	Kotel na tuhá paliva	39
7.2.4	Vytápění elektřinou	39
7.3	Porovnání celkových nákladů na realizaci vytápění, včetně cen energií za vytápěcí období	39
8	Závěr	41
9	Seznam použité literatury	42
10	Seznam příloh	44

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

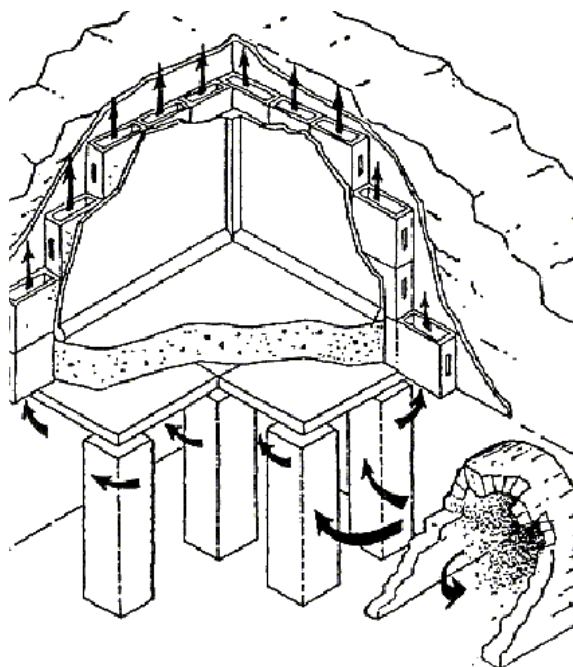
Q_C	celková tepelná ztráta	[W]
Q_P	tepelná ztráty prostupem tepla	[W]
Q_V	tepelné ztráty větráním	[W]
Q_z	hodnota je snížena o trvalé tepelné zisky	[W]
p_1	přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí	[1]
p_2	přirážka na urychlení zátopy	[1]
p_3	přirážka na světovou stranu	[1]
s_l, s_n	plocha ochlazované části konstrukce	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
$k_l - k_n$	součinitel prostupu tepla	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Δt	rozdíl teplot	[°C]
t_i	vnitřní výpočtová teplota	[°C]
t_{el}, t_{en}	venkovní výpočtová teplota	[°C]
l	tloušťka vrstvy	[m]
λ	součinitel tepelné vodivosti	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]
α_i	součinitel přestupu tepla	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
V_V	objemový tok vzduchu	[m ³ ·s]
i_{LV}	součinitel spárové průvzdušnosti	[m ³ ·s ⁻¹ /mPa ^{0,67}]
B	charakteristické číslo budovy	[Pa ^{0,67}]
L	délka spár u oken a dveří	[m]
M	charakteristické číslo budovy	[1]
e	poměrná potřeba tepla od počátku vytápěcího období	[1]
d_o	doba vytápěcího období	[den]
Q_n	jmenovitý tepelný výkon potřebný pro vytápění	[kW]
E_c	potřeba tepla za celé vytápěcí období	[kWh]
E_p	dodávka energií	[kWh]
η	účinnost zařízení	[1]
E_p	dodávka energie	[kWh]
C	cena za teplo spotřebované za vytápěcí období	[Kč]

c	cena za kWh dodané energie	[Kč/kWh]
mp	měsíční platba	[Kč]
$\sum A$	celková plocha konstrukcí ohraničujících místnost	[m ²]

1 Úvod

1.1 Historický vývoj podlahového vytápění

K rozmachu podlahového vytápění došlo až v posledních 15 až 20 letech, to samozřejmě nemění fakt, že o principu podlahového vytápění věděli už staří Římané. První podlahové vytápění vzniklo ve starověkém Římě roku 80 p.n.l. Tzv. Hypocaustum bylo navrženo Sergiem Oratou a spočívalo v tom, že v ohništi bez roštu, které bylo umístěno pod objektem, se spalovalo dřevo, nebo dřevěné uhlí. Teplé kouřové spaliny proudily do dutin vytvořených v podlaze a ve stěnách, prohřívali je a od nich se zahříval vzduch v celém domě. Kouřové spaliny byly odváděny šachtami v obvodových stěnách, do otvorů které ústily do vnějšího prostředí.

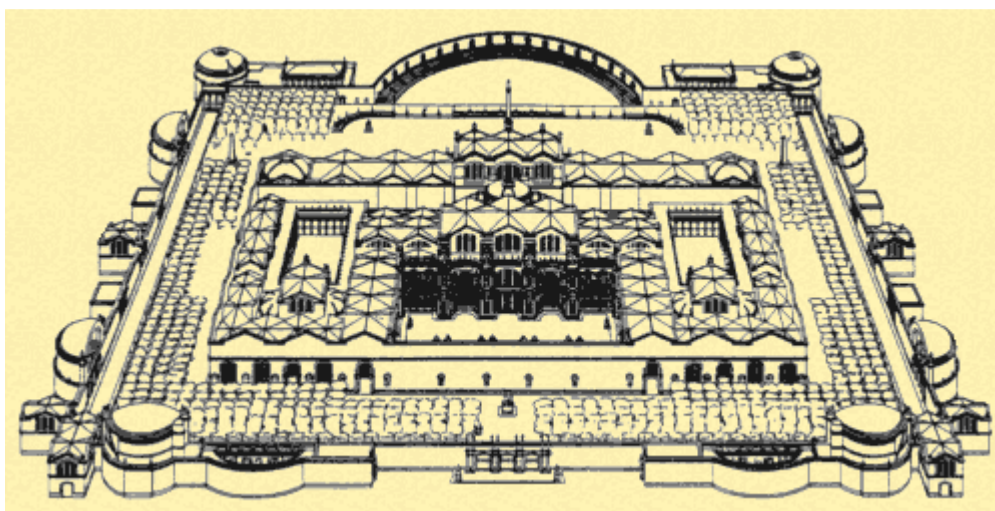


1-1 Princip Hypocaustumu



1-2 Hypocaustum - lázně v Pompejích

V následujících letech prvního století n. l. bylo v Římě vystavěno mnoho objektů využívajících tento druh vytápění. Za zmínku stojí např. Caracallový, Diakletianovi a další lázně.



1-3 Caracallový lázně

1.2 Podlahové vytápění obecně

Hlavním argumentem pro volbu podlahového topení je skutečnost, že pro dosažení správné tepelné pohody v obytných místnostech je v tomto případě běžně zapotřebí o 2 až 4 °C nižších teplot, než je tomu u klasických radiátorových soustav, a tedy i menších nákladů na topení. Princip využití sálavého tepla z podlahy není nový,

velkému rozšíření podlahového topení v současnosti ale přispěl vývoj stále funkčnějších izolačních materiálů, které zajistí, že teplo se bude šířit jen tam, kam má.

Teplotního efektu se dosahuje díky místu, odkud teplo vychází. V případě klasického topení založeného na proudění teplého vzduchu je nejtepleji pod stropem, podlahové topení soustřeďuje teplo při zemi – tedy tam, kde je obyvatelé nejvíce potřebují. Znamená to také, že podlahové topení může pracovat s nižšími teplotami – na vytopení místnosti musí radiátory dosáhnout teploty kolem šedesáti stupňů, podlahovému topení stačí o deset až dvacet stupňů méně. [1]

Podlahové topení (podlahové vytápění) zaručuje energeticky úsporný provoz - ušetří až 30 % nákladů za vytápění. Je zabudované v podlaze, a proto nenarušuje architektonické řešení a design interiéru. Patří mezi velkoplošné sálavé topné systémy. Z vytápěné plochy - podlahy - se teplo šíří rovnoměrně do celého prostoru. Teplota vody, která proudí trubkami v podlaze, je nižší než 50°C, což představuje vysokou provozní úsporu energie.

Dokonalé sladění jednotlivých komponentů podlahového topení zaručuje nízké náklady také na instalaci. Relativně nízká teplota vody snižuje spotřebu paliva. Systém vyžaduje velmi malý objem topné vody: 0,5 l na 1 m² topné plochy.

Sálavé systémy vytápění jsou také zdraví prospěšné. Dochází totiž k rovnoměrnému rozložení teploty, nedochází k víření vzduchu ani prachu. Systém zajišťuje kvalitní mikroklima, brání vzniku plísní a mikroorganismů - v důsledku tak snižuje riziko vzniku alergií. [3]

1.3 Jak funguje systém podlahového topení

Instalováním podlahového nebo stěnového vytápění můžete ve vašem domě nebo bytě dosáhnout stavu, kterému říkáme tepelná pohoda. Je to stav, v němž máte doma ideální teplotní podmínky: není vám příliš teplo ani příliš zima a cítíte se příjemně, aniž byste se museli neustále oblékat nebo svlékat. Systém podlahového topení (podlahového vytápění), který naplní Váš byt pohodou, musí být tvořen kvalitními prvky, které jako jediné Vám zajistí bezstarostný komfort.

1.4 Jakým způsobem podlahové topení vytápí

Jedná se o sálavý způsob vytápění. To znamená, že aktivní vytápěné plochy vydávají sálavé teplo, díky němuž se postupně ohřívají i neaktivní plochy. Tyto původně neaktivní plochy pak také vyzařují do místnosti teplo, takže jsou vnímány jako tepelně aktivní. Toto se projevuje i při užití nejen podlahového, ale i stěnového topení.

1.5 Jaký zdroj tepla se používá pro systémy podlahového topení

Podlahové topení umožňuje použít jakýkoli nízkoteplotní zdroj tepla (tepelné čerpadlo, solární články, kondenzační a nízkoteplotní technologie). Nejvhodnější je nízkoteplotní kondenzační kotel; právě nízkoteplotní systémy totiž podporují jeho vysokou hospodárnost. [3]

1.6 Typy podlahového vytápění

V současné době se vyrábějí dva základní systémy podlahového vytápění. Ten rozšířenější je založený na proudění teplé vody v trubkách pod podlahou. Druhý využívá elektrických rohoží. Teplovodní systém je univerzálnější, dá se v něm topit pomocí všech typů kotlů, případně ho může pohánět tepelné čerpadlo. U elektrických rohoží jste odkázáni pouze na elektřinu.

1.7 Krytina pro podlahové vytápění

Aby podlahové vytápění řádně fungovalo, záleží hodně na tom, jakou podlahovou krytinu zvolíte. Obecně platí, že nejvhodnější jsou ty, které zajistí co nejlepší přenos tepla. Vybrat si můžete z několika materiálů: Keramická dlažba - používá pro podlahové vytápění nejčastěji. Má velkou tepelnou vodivost a je pro podlahové topení naprosto ideální. Plastové podlahy - dají použít také, ale musí se vybrat uvážene. Plast mnohem hůř přenáší teplo. Plastové podlahy musí být lepené a nesmí mít pěnový podklad. Pokud možno, tak se vyhněte kobercům, nebo pořídte tenčí než 1 cm. Dřevěné podlahy - by měly být tenké, potom fungují spolehlivě.

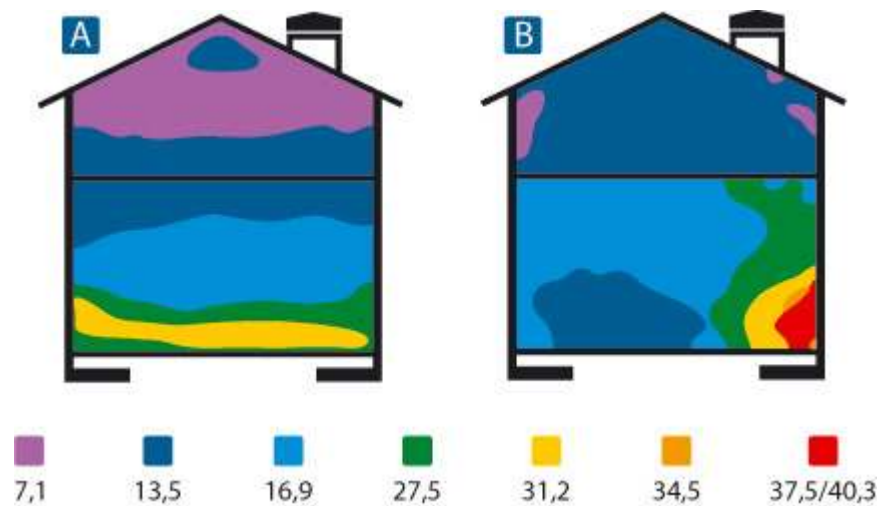
1.8 Výhody podlahového vytápění

- ušetříte zajímavé částky za energie
- Tepelné pohody dosahuje při mnohem nižší teplotě

- Umožňuje lepší rozložení teplot vzduchu
- Nezabírá zbytečně prostor kolem zdí [1]

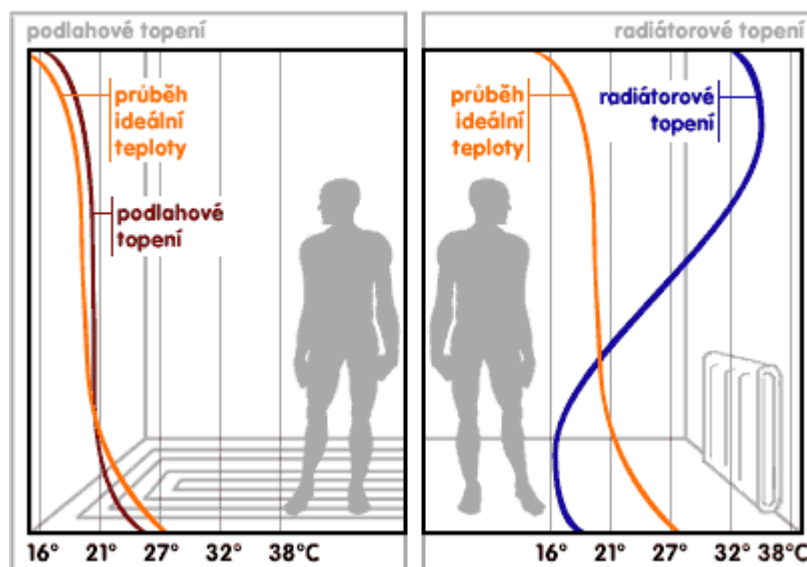
1.9 Rozložení teplot v oblastech

- A - podlahové vytápění
- B - radiátorové vytápění



1-4 Rozložení teplot

1.10 Teplotní zóny dle typu vytápění



1-5 Teplotní zóny

2 Teplovodní podlahové vytápění

Teplovodní podlahové vytápění patří mezi sálavé otopné soustavy, avšak s tím, že podíl sálavé složky na celkovém přenosu tepla z otopné plochy je jen o něco vyšší než tepelný to konvekci. Současně jsou velmi vhodně vzájemně ovlivňovány výhody obou způsobů transferu tepla do interiéru. Podlahové teplovodní vytápění je zároveň tzv. velkoplošné, tj. otopné trubky tvoří součást podlahové konstrukce. Kvůli hygienickým požadavkům, souvisejícím s limitovanou povrchovou teplotou podlahy, a tím daným relativně nižším specifickým tepelným výkonům otopné podlahy jsou otopné trubky téměř vždy uloženy pod celou plochou podlahy. To mimořádně pozitivně ovlivňuje rovnoměrnost přenosu tepla v interiéru a napomáhá vytvořit teplotu homogenní uniformní prostředí, a již ve vertikálním nebo horizontálním směru. Teplota otopné vody je zpravidla nižší než 50°C, takže můžeme zároveň hovořit o teplovodním podlahovém vytápění jako o nízkoteplotním, což má několik výhod. Jednak zabezpečení podstatných úspor tepelné energie při provozu, zároveň umožnění aplikace netradičních nízko potenciálních energetických zdrojů, jako je sluneční záření, energie geotermálních vod resp. Tepelná čerpadla využívající teplo prostředí. Právě uvedená fakta řadí teplovodní podlahové vytápění mezi progresivní otopné soustavy, zohledňující všechna 3 E – energetické, environmentální i ekonomické aspekty vytápění budov.

2.1 Způsoby provedení

podle způsobu provedení otopné plochy

- provedení suchým způsobem
- provedení mokrým způsobem

podle tvarování otopného hadu

- ve tvaru meandru
- ve tvaru plošné spirály
- provedení přes modulové klima desky či obdobné prvky

2.2 Suchý způsob

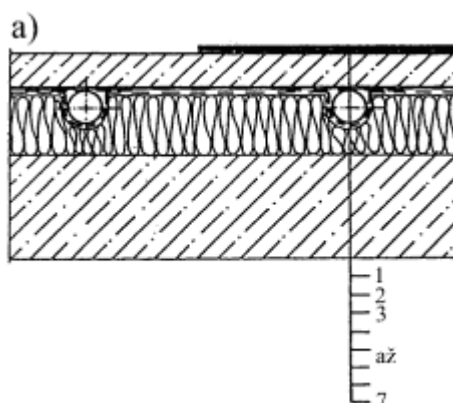
U suchého způsobu provedení je potrubí uloženo do izolační vrstvy pod betonovou deskou. Od cementového potěru jsou trubky odděleny speciální vrstvou,

hydroizolační fólií. Kovová lamela pod fólií zvyšuje pevnost podlahy a umožňuje rovnoměrný rozvod tepla.

Podlaha vytvořená na suchý způsob pracuje s vyššími teplotami otopné vody. Přívodní teplota vody se pohybuje v rozsahu 40 až 70 °C. Tento způsob se využívá tam, kde nám postačí nižší měrné tepelné výkony do 50 W/m², např. jako dodatková otopná plocha, či kde stačí pouze temperovat nebo se požaduje nízká konstrukční výška podlahy (rekonstrukce).



2-1 Suchý způsob pokládání



2-2 Suchý způsob vytvoření otopné plochy a) řez otopnou plochou

1 - podlahová krytina

2 - cementový potěr

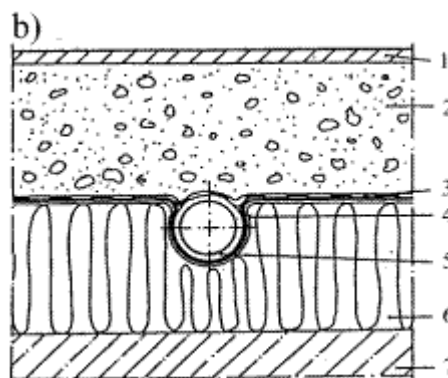
3 - hydroizolace

4 - fólie

5 - otopný had

6 - tepelná izolace

7 - nosná podlaha



2-3 Detail uložení trubky

2.3 Mokrý způsob

Otopný had je zalit přímo v betonové mazanině nad tepelně-zvukovou izolací. Předpokládaná teplota přívodní otopné vody je 35 až 55 °C a podlaha pracuje s měrným tepelným výkonem nad 50 W/m². Mokrý způsob lze aplikovat i v našich podmínkách, protože nevyžaduje prefabrikaci jednotlivých prvků otopné podlahy a jednotlivé komponenty otopné podlahy jsou v podstatě zabezpečeny domácí výrobou.



2-4 Mokrý způsob pokládání

1 - podlahová krytina

2 - cementový potěr

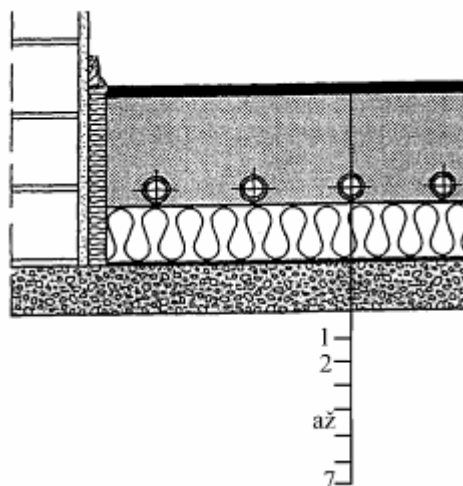
3 - otopný had

4 - hydroizolace

5 - tepelná izolace

6 - hydroizolace

7 – nosná podlaha

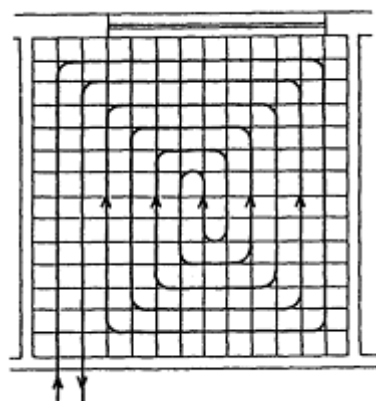


2-5 mokrý způsob - řez podlahou

2.4 Způsoby tvarování otopného registru

Podle tvarování jsou rozlišovány dva základní způsoby vytvoření otopného okruhu: meandrový a paralelní.

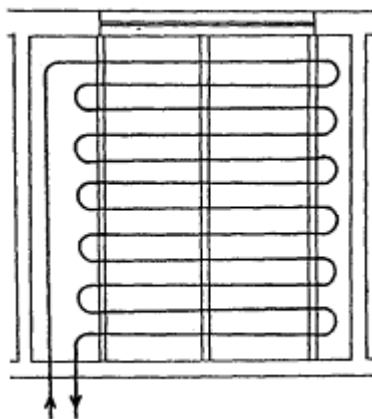
Meandrový způsob kladení otopného okruhu je zachycen na obr. 4-6. Při tomto uspořádání je povrchová teplota podlahy po celé její ploše rovnoměrná. Nevýhodou je pokles vnitřní teploty v horizontálním směru od vnitřní k venkovní konstrukci. Daný jev se dá částečně eliminovat vytvořením okrajové zóny (obr. 4-8).



2-6 meandrové tvarování otopného okruhu

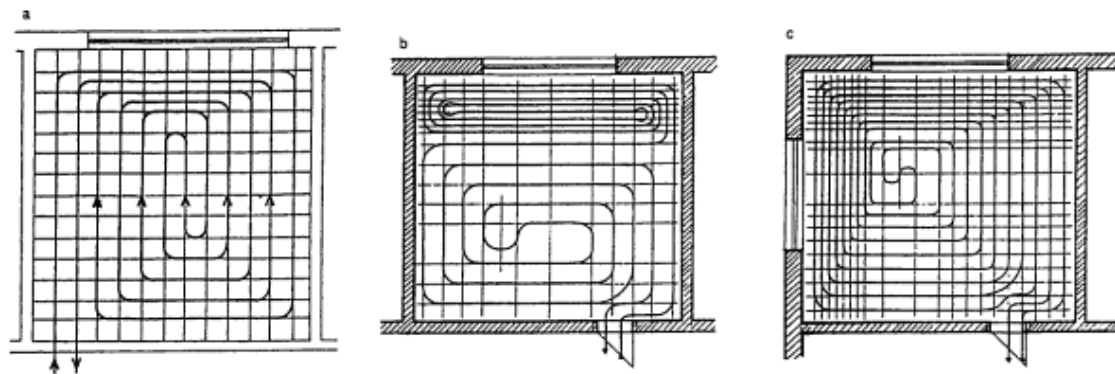
Pro meandrové tvarování jsou předepsány trubky s větším průměrem (např. 18 x 2 mm, 20 x 2 mm), neboť tvarování umožňuje menší poloměry oblouků, pod úhlem $\varphi = 90^\circ$.

Paralelní tvarování otopného okruhu je zachyceno na obr. 4-7. Při tomto způsobu kladení klesá teplota otopné vody od venkovní stěny k vnitřní, což způsobuje rovnoměrnější rozdělení teplot ve vytápěné místnosti. Oblouky se tvarují pod úhlem $\varphi = 180^\circ$, což vyžaduje užívání trubek menších průměrů (např. 16 x 2 mm, 17 x 2 mm).

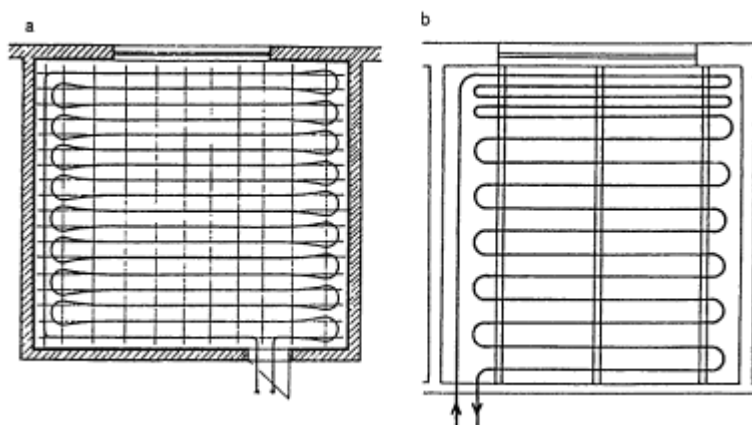


2-7 paralelní tvarování otopného okruhu

Oba způsoby umožňují kladení s okrajovou s okrajovou zónou (obr. 4-8 a 4-9), jejíž pomocí je eliminován negativní vliv ochlazovaných stavebních konstrukcí, jsou tedy umísťovány nejčastěji pod okna, příp. do rohů objektů, a to do hloubky 0,5 až 1,0 m.



2-8 způsob kladení otopného okruhu - a) meandrové kladení s okrajovou zónou, b) okrajová zóna u jedné stěny s oknem, c) okrajová zóna u dvou stěn s okny




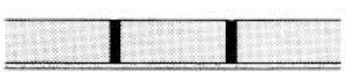

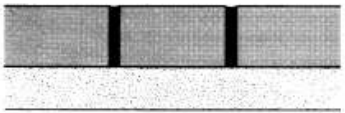


2-9 kladení otopného okruhu - a) paralelní kladení s okrajovou zónou,

b) okrajová zóna u jedné stěny s oknem

2.5 Volba podlahové krytiny

Při tepelně technickém výpočtu podlahového vytápění je nutné zohlednit tepelný odpor podlahové krytiny. Nezávisle na druhu a struktuře smí tepelný odpor podlahové krytiny vykazovat maximální hodnotu $R = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Podlahové krytiny z dřevěných parket jsou u podlahového vytápění rovněž vhodné, je však nutné počítat s tvorbou spár. Nejvhodnější jsou minerální podlahové krytiny, jako například kámen nebo keramické podlahové krytiny. Podlahy z plastů jsou v zásadě také vhodné. Doporučuje se lepení plastových podlahových krytin. Textilní podlahové krytiny (koberce) by se za účelem dosažení lepšího prostupu tepla měly zásadně lepit. Tloušťka koberce nemá přesahovat 10 mm.

Tato tabulka uvádí nejběžnější podlahové krytiny, jejich tloušťku a odpory kladené vedení tepla		tloušťka	tepelná- vodivost	odpor kladený vedení tepla	tloušťka celé konstrukce
Označení	Znázornění	d	λ	$R_{\lambda,B}$	d_{wD}
		mm	W/mK	m² K/W	mm
Textilní podlahová krytina		10	0,07	max. 0,15	10
Parkety Lepicí hmota		8 2	0,2 0,2	0,04 <u>0,01</u> 0,05	10
Plastová podlahová krytina např. PVC		5	0,23	0,022	5
Keramické podlahové dlaždice Tenké maltové lože		10 2	1,0 1,4	0,01 <u>0,001</u> 0,011	12
Keramické podlahové dlaždice Maltové lože		10 10	1,0 1,4	0,01 <u>0,007</u> 0,017	20
Desky z přírodního nebo umělého kamene, v tomto případě mramor Maltové lože		15 10	3,5 1,4	0,004 <u>0,007</u> 0,011	25

2-10 Materiály podlahových krytin, jejich tloušťky a tepelné odpory

3 Elektrické podlahové vytápění

Elektrické podlahové vytápění patří mezi lokální otopné systémy. Přeměna elektrické energie na teplo, jeho přenos a odevzdání do systému probíhá v jedné kompaktní jednotce přímo ve vytápěné místnosti. Účinnost přeměny je téměř 100%, bez zbytečných ztrát při transportu energie na místo potřeby. Vytápění je ekologické, v lokalitě nedochází k žádnému znečištění životního prostředí. Není potřebný komín, sklad paliva, ani prostor pro kotelnu či kotel. Další dobrou vlastností je jednoduché řízení výkonu otopného systému přerušováním přívodu elektrické energie. Možnosti jsou velmi široké – od jednoduché regulace termostatem ve vytápěné místnosti přes prostorové termostaty s možností týdenního nebo měsíčního programování až po nejmodernější způsoby řízení, k nimž patří optimalizace provozu systému vytápění mikropočítačovou technikou, případně může být součástí počítačem řízených inteligentních budov. Tento komfort ale znamená relativně vyšší náklady na provoz ve srovnání s vytápěním plynem nebo centrálního zásobování teplem. Možnosti využití systémů elektrického podlahového vytápění jsou velmi široké. Systém může zabezpečovat tepelnou pohodu jako základní zdroj tepla nebo může sloužit jako doplňkové vytápění prostřednictvím temperování podlahy na příjemnou teplotu. Systém může být instalován do celé plochy podlahy, nebo mohou být vytápěny jen části. Protože nehrozí riziko zamrznutí, je vhodný i pro místnosti nebo objekty vytápěné jen občas.

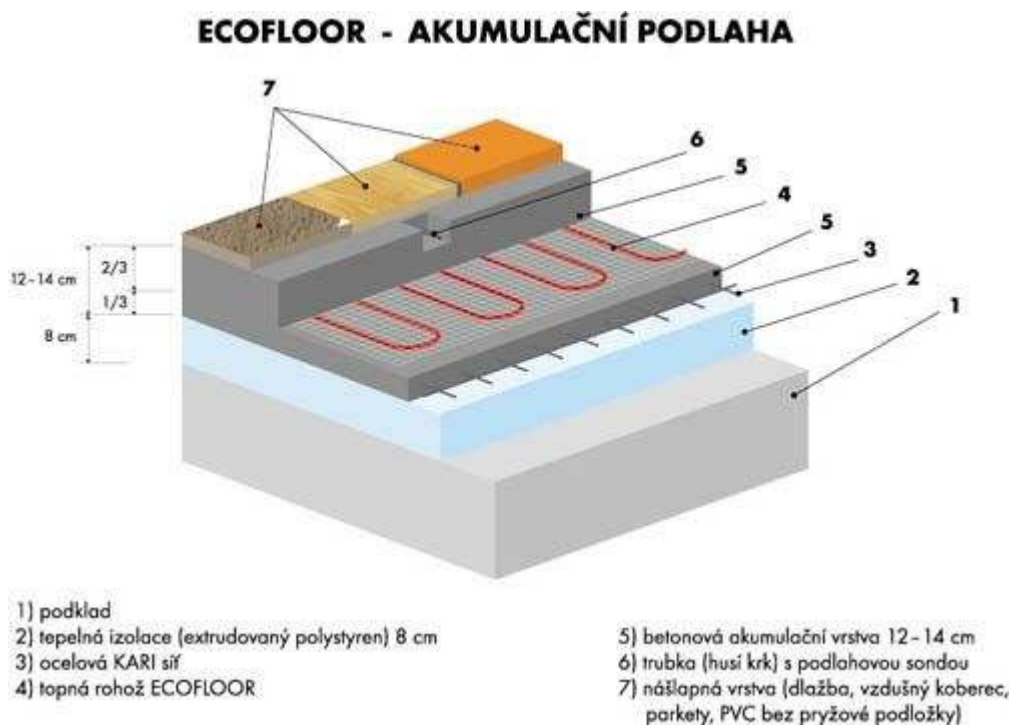
3.1 Základní typy elektrického podlahového vytápění

Konstrukce otopné podlahy závisí na zvoleném pracovním režimu otopného systému.

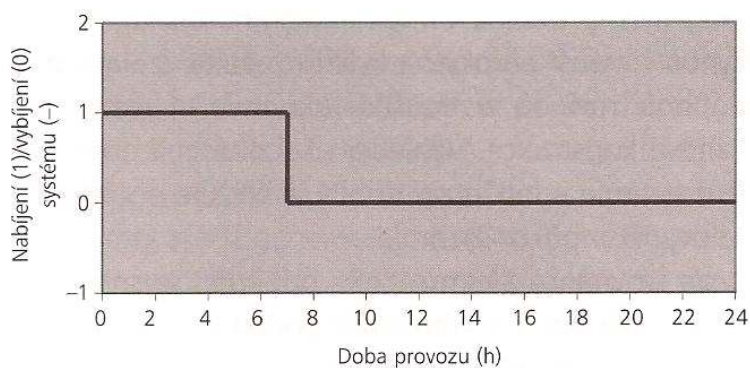
3.1.1 Akumulační režim vytápění

Otopný systém je vzhledem k omezené době nabíjení a požadavku dlouhodobé akumulace tepla nejmasivnější podlahovou konstrukcí. Akumulační deska je tvořena betonovou vrstvou, jejíž tloušťka se pohybuje v rozmezí od 90 do 150 mm v závislosti na potřebě akumulace. Otopné prvky se kladou přibližně do její spodní třetiny, takže betonáž probíhá ve dvou fázích. Po minimalizaci směrem dolů je potřebná kvalitní tepelná izolace uložená pod otopnou rovinou (50 – 60 mm). Instalovaný výkon topného

zdroje se pohybuje v rozmezí 160 až 200 W/m² v závislosti na účelu vytápěného prostoru.



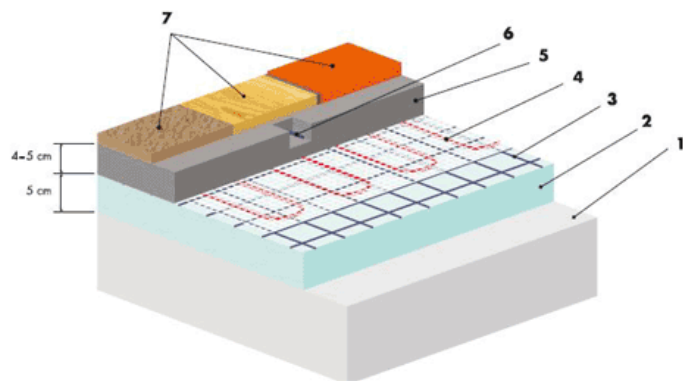
3-1 Skladba akumulční podlahy



3-2 Pracovní cyklus EPV s akumulčním režimem

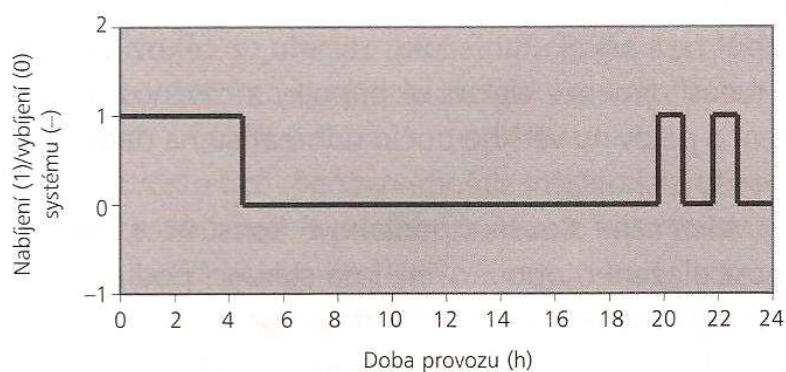
3.1.2 Poloakumulční režim vytápění

Rozložená doba nabíjení s možností dobití v případě potřeby umožňuje menší tloušťku akumulční vrstvy. Na potřebnou akumulaci postačuje její tloušťka 60 až 90 mm a otopná rovina se klade přibližně do její poloviny. Tepelněizolační je obdobné konstrukce a kvality jako při akumulčním režimu. Instalovaný příkon topného zdroje se pohybuje v rozmezí 120 až 160 W/m².



- 1 - podklad
- 2 - tepelná izolace (extrudovaný polystyren)
- 3 - ocelová kari síť
- 4 - topná rohož, topný kabel ECOFLOOR
- 5 - betonová akumulční vrstva 4-6 cm
- 6 - trubka (husí krk) s podlahovou sondou
- 7 - nášlapná vrstva (dlažba, PVC bez pryžové podložky)

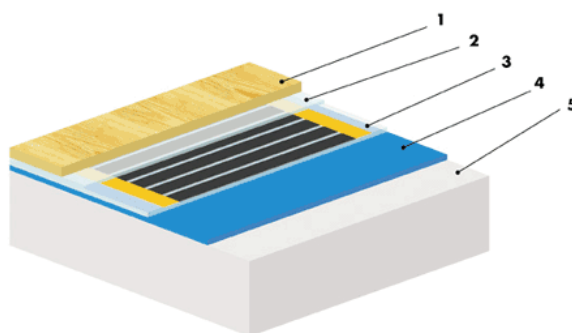
3-3 Skladba poloakumulační podlahy



3-4 Poloakumulační režim EPV

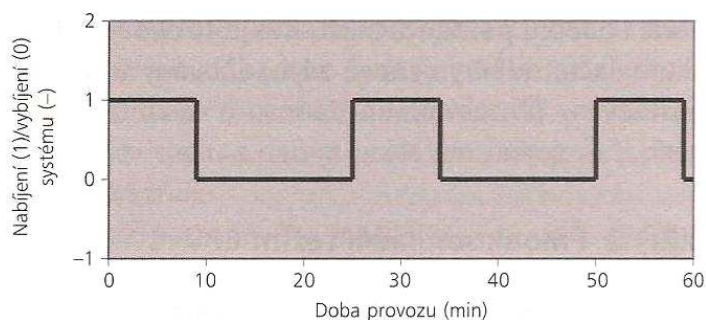
3.1.3 Přímotopný režim vytápění

Vzhledem k odběru elektrické energie ze sítě během celého pracovního cyklu není třeba uskladňovat teplo do zásoby. Betonová vrstva slouží jen k uložení otopných prvků a její tloušťka je maximálně 50 mm. Otopné prvky lze také klást těsně pod nášlapnou vrstvu, čímž se dosáhne větší dynamiky systému. Otopná rovina se umísťuje co nejblíže k povrchu podlahy. Instalovaný výkon topného zdroje je o jednu třetinu až jednu polovinu nižší než v případě akumulčního režimu, pohybuje se v rozmezí 80 až 140 W/m². Spodní izolace může být tenčí.



- 1 - plovoucí podlaha,
- 2 - polyetylenová folie,
- 3 - topná folie Ecofilm,
- 4 - vyrovnávací izolace Climapor,
- 5 - podklad (základní podlaha)

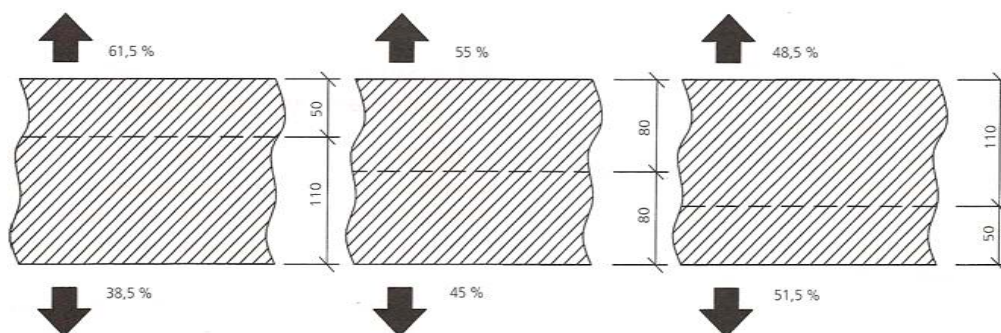
3-5 Skladba přímotopné podlahy



3-6 EPV s přímotopným režimem

3.1.4 Poměr velikosti tepelných toků

Poměr velikosti tepelných toků v obou vertikálních směrech v monolitickém neizolovaném betonovém panelu v závislosti na výšce umístění otopné roviny. Viz. obr. 3-7. [4]



3-7 Tepelné toky

3.2 Otopné prvky pro elektrické podlahové vytápění

Pro elektrické podlahové vytápění jsou v současnosti používány tři typy otopných prvků:

- Topné kabely
- Topné rohože
- Topné fólie

3.2.1 Topné kabely

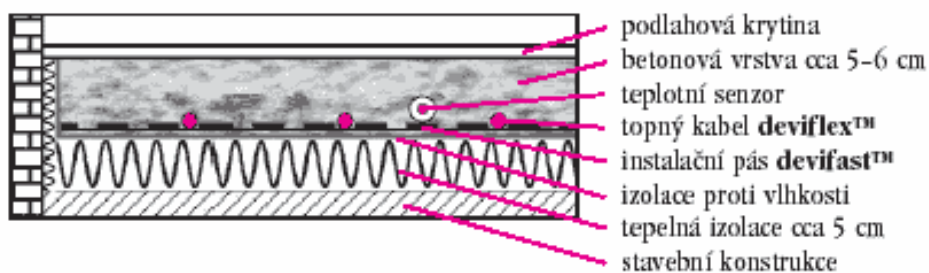


3-9 Topný kabel



3-8 Řez topným kabelem

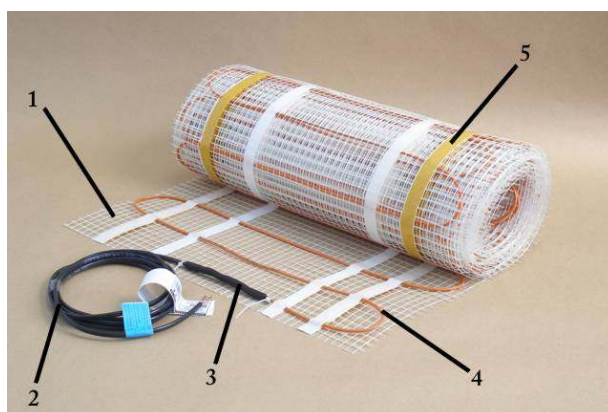
Topný kabel je určen především k poloakumulačnímu až akumulačnímu vytápění do vrstvy betonu nebo anhydritu. Jeho předností v porovnání s topnou rohoží je možnost flexibilnější pokládky v nepravidelně tvarovaných prostorech a nižší cena. Nevýhodou je složitější příprava instalace. Topné kabely je možné instalovat i přímo pod dlažbu jako přímotopné vytápění, tato varianta však přináší zvýšení stavební výšky a větší spotřebu flexibilní směsi vlivem většího průměru kabelu oproti topné rohoži. [5]



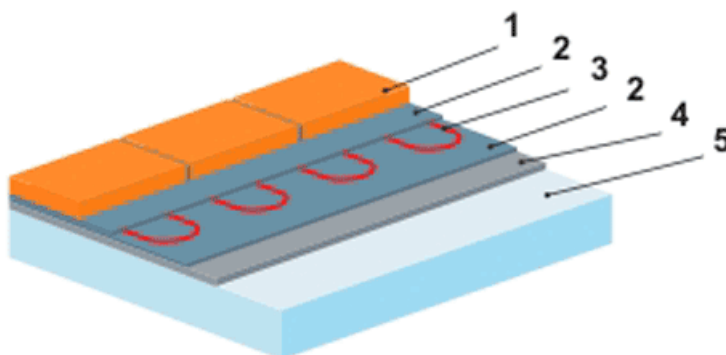
3-10 Skladba podlahy - topný kabel

3.2.2 Topné rohože

Topná rohož se skládá z topného kabelu fixovaného na tkanině, funkčně je tedy stejná jako topný kabel. Rozteče topného kabelu na rohoži jsou pevně dané v závislosti na požadovaném plošném příkonu. Výhodou topné rohože je snadná a rychlá instalace, menší průměr topného kabelu znamená nízkou stavební výšku a menší spotřebu flexibilní směsi. Topné rohože se používají především pro přímotopné aplikace přímo pod dlažbu. [6]



3-11 Popis topné rohože: 1.Sklovláknitá tkanina, 2. Studený (napájecí) konec, zkráceně SK, 3. Spojka, spojuje topný kabel a studený konec, 4. Topný kabel, 5. Samolepící pásy, oranžovo-žluté slouží k fixaci k podlaze



1 - keramická dlažba, 2 - flexibilní tmel,
3 - topná rohož Ecofloor, 4 - izolace F-board,
5 - podkladní beton

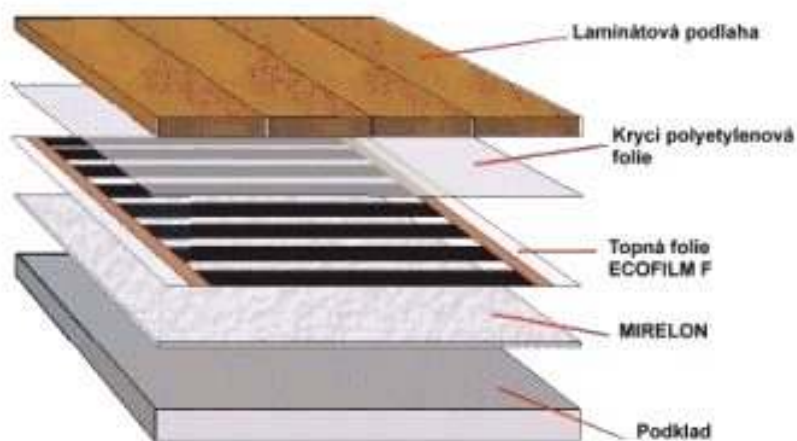
3-12 Skladba podlahy

3.2.3 Topné fólie

Elektrické topné fólie jsou nejvhodnějším řešením pro podlahové vytápění pod laminátové a dřevěné plovoucí podlahy. Fólie může plnit jak funkci komfortní teplé podlahy, tak i hlavního vytápění v místnosti. Topná fólie je umístěna bezprostředně pod plovoucí podlahou nad kročejovou izolací. Díky minimální tloušťce topné fólie (0,4mm), nedochází k žádnému navýšení konstrukce podlahy, a proto fólie mohou být instalovány v celé ploše, nebo pouze v místech, kde uživatel požaduje temperovat podlahu (před kuchyňskou linkou, před sedací soupravou v pokoji, apod.). [7]



3-13 Topná fólie pod plovoucí podlahou



3-14 Skladba podlahy

4 Teoretický rozbor výpočtu tepelných ztrát

Tepelné ztráty pro rodinný dům jsou vypočítány podle normy ČSN 06 02 10 [12]. Podle této normy stanovíme postup výpočtu.

4.1 Celková tepelná ztráta

Celková tepelná ztráta Q_c se spočítá součtem tepelných ztrát prostupem Q_p a tepelných ztrát větráním Q_v , hodnota je snížena o trvalé tepelné zisky Q_z .

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z \quad [\text{W}] \quad (1)$$

4.2 Tepelná ztráta prostupem tepla

Tepelná ztráta prostupem tepla se určí ze vztahu:

$$Q_p = Q_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad [\text{W}] \quad (2)$$

kde:

Q_o je základní tepelná ztráta prostupem tepla, [W]

P_1 přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí, [1]

p_2 přírážka na urychlení zátoku, [1]

p_3 přírážka na světovou stranu. [1]

Základní tepelná ztráta Q_o je dána součtem tepelných toků prostupem tepla v ustáleném tepelném stavu jednotlivými konstrukcemi ohraničujícími vytápěnou místnost od venkovního prostředí nebo od sousední místnosti s nižší teplotou.

$$Q_o = k_1 \cdot S_1 \cdot (t_i - t_{e1}) + k_2 \cdot S_2 \cdot (t_i - t_{e2}) + \dots + k_n \cdot S_n \cdot (t_i - t_{en}) \quad [\text{W}] \quad (3)$$

kde:

S_1, S_2, \dots, S_n je plocha ochlazované části konstrukce [m]

k_1, k_2, \dots, k_n součinitel prostupu tepla [W.m⁻².K⁻¹]

t_i výpočtová vnitřní teplota [°C]

$t_{e1}, t_{e2}, \dots, t_{en}$ výpočtová teplota venkovního prostředí [°C]

Pokud je u některých stavebních konstrukcí teplota na vnější straně vyšší než teplota ve vytápěné místnosti, má tepelný tok prostupující touto konstrukcí zápornou hodnotu. V takovémto případě jde o tepelný zisk, který zmenšuje základní tepelnou ztrátu místnosti prostupem tepla Q_o .

Přirážky:

Přirážka p1 – je přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí a umožňuje zvýšení teploty vnitřního vzduchu tak, aby i při nižší povrchové teplotě ochlazovaných konstrukcí bylo ve vytápěné místnosti dosaženo požadované teploty.

Přirážka se spočte:

$$p_1 = 0,15 \cdot k_o \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (4)$$

Kde k_o je průměrným součinitelem prostupu tepla všech konstrukcí dané místnosti.

Spočte se takto:

$$k_o = \frac{Q_o}{\sum A \cdot (t_i - t_e)} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (5)$$

kde:

$\sum A$ celková plocha konstrukcí ohraničujících místnost, [m²]

t_i výpočetní teplota vnitřní, [°C]

t_e výpočetní teplota vnější. [°C]

Přirážka p2 – přirážka na urychlení zátoku. S touto přirážkou počítáme pouze v případech kdy ani při nejnižších venkovních teplotách nelze zajistit nepřerušovaný provoz vytápění.

Poznámka:

- 0,10 při denní době vytápění delší než 16 hodin
- podle ČSN 06 02 10 při denní době vytápění kratší než 16 hodin

Přirážka p3 – přirážka na světovou stranu. O výši této přirážky rozhoduje poloha nejvíce ochlazované stavební konstrukce. Při více ochlazovaných konstrukcích rozhoduje poloha jejich společného rohu. Hodnoty přirážky jsou v tabulce 1.1.

Tabulka 1 - přirážky na světovou stranu

Světová strana	J	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV
Přirážka	-0,05	0	0	0,05	0,1	0,05	0,05	0

Vzorec pro výpočet součinitele prostupu tepla:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (6)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (7)$$

kde:

k je součinitelem tepla konstrukcemi [W.m-2.K-1]

l_i tloušťka vrstvy materiálu [m]

λ_i	součinitel tepelné vodivosti materiálu	[W.m-1.K-1]
α_1, α_2	součinitel přestupu tepla	[W.m-2.K-1]

4.3 Tepelná ztráta větráním

Tato tepelná ztráta se vypočítá podle tohoto vzorce:

$$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) \quad (8)$$

V_v	objemový tok větracího vzduchu	[m ³ /s]
t_i	výpočetní teplota vnitřní	[°C]
t_e	výpočetní teplota vnější	[°C]

Při přirozeném větrání infiltrací se objemový tok větracího vzduchu stanoví ze vztahu:

$$V_v = \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (9)$$

kde:

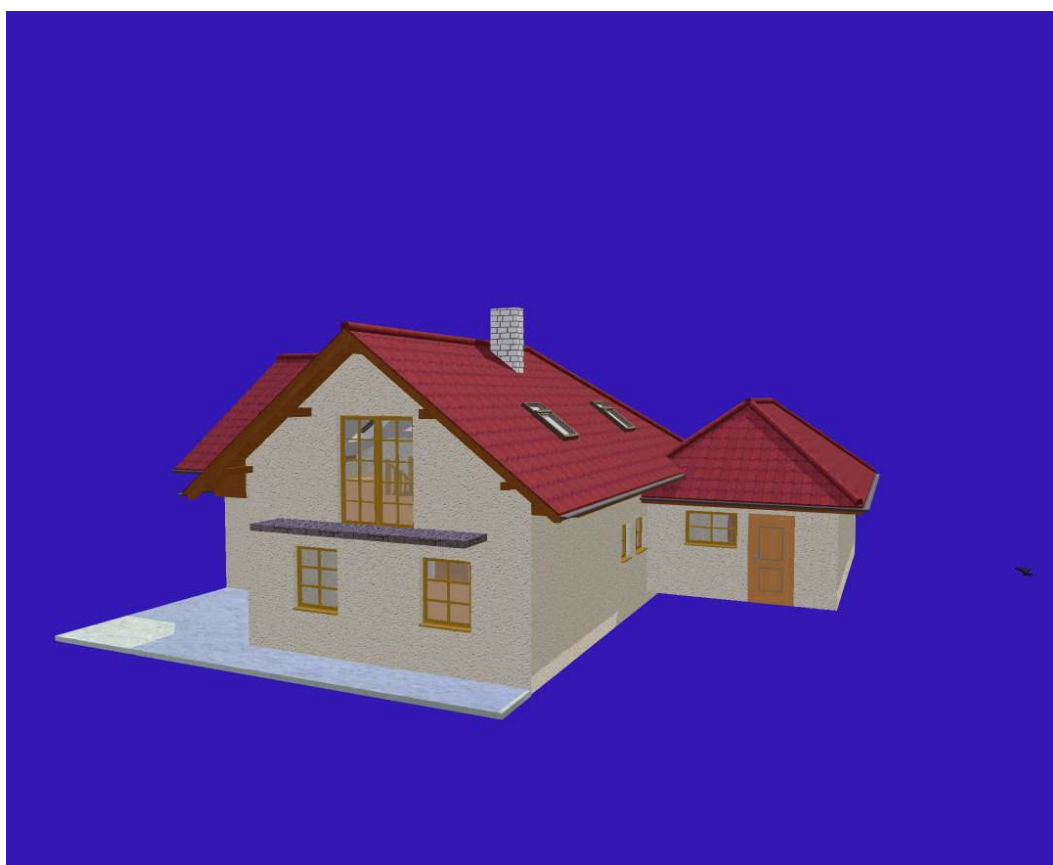
i_{LV}	součinitel spárové průvzdušnosti	[m ³ /m.s.Pa-0,67]
L	délka spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří	[m]
B	charakteristické číslo budovy	[Pa-0,67]
M	charakteristické číslo místnosti	[1]

Hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti oken a venkovních dveří jsou uvedeny v ČSN 73 05 40-3 [13]. Celkovou délku spár uvažujeme jako součet spár mezi jednotlivými křídly a rámem (včetně středního sloupku). Dle normy ČSN 06 02 10 stanovíme charakteristické čísla budovy a místnosti.

5 Výpočet tepelných ztrát objektu

5.1 Popis objektu

Pozemek, na kterém se stavba nachází, je přístupný ze stávající veřejné příjezdové komunikace. Parcela je podélná ve směru sever-jih. Severní strana pozemku je vyhraničena příjezdovou komunikací, na západní a východní straně sousedí vedlejší zastavěné parcely. Objekt se nachází v Sehradcích u Luhačovic, v této teplotní oblasti počítáme s výpočtovou teplotou $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jedná se o klasický zděný rodinný domek s přízemím a podkrovím. Na obrázku 2-1 je pohled na jižní stranu objektu.



5-1 pohled na jižní stranu objektu

5.2 Tepelné ztráty-detailní výpočet pro jednu místnost

Pro výpočet použijeme tzv. obálkovou metodu, jež spočívá v určení tepelných ztrát po celé venkovní ploše objektu. U zde provedeného výpočtu se bude jednat o tepelné ztráty obvodovým zdivem, otvory a větráním v místnosti 1. IV, ve které se nachází obývací pokoj. Tato místnost zahrnuje stěny 1.IV – Obýv. J-Z; Obýv. Z; Obýv.

J; Obýv. V viz. Příloha Tabulka 1. Tepelné zisky vynecháme. Samotný výpočet provedeme dle normy ČSN 060210.

5.3 Výpočet součinitele prostupu tepla

V přízemním patře, kde se místnost nachází, se stěna skládá z tvarovek POROTHERM 44 P+D – 440mm, venkovní fasády KNAUF a vnitřní sádrové omítky KNAUF.

Tabulka 2 - složení zdiva

Vrstva	Tloušťka vrstvy[m]	λ [W.m-1.K-1]
Porotherm 44 P+D	0.44	0.14
fasáda KNAUF	0.025	0.2
omítka KNAUF	0.02	0.12

Pro výpočet použijeme vzorec ze vztahu (6)

$$k = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0.22}{0.12} + \frac{0.44}{0.14} + \frac{0.025}{0.2} + \frac{1}{8}} = \underline{0.2776} \quad [\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

Při výpočtu součinitele prostupu tepla byly uvedeny následující hodnoty

součinitele přestupu tepla[ČSN 730540-3]:

-venkovní konstrukce v zimním období $\alpha = 23 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

-vodorovná konstrukce-tepelný tok shora dolů $\alpha = 6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

-vodorovná konstrukce-tepelný tok zdola nahoru $\alpha = 8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

5.4 Výpočet základní tepelné ztráty

Vzhledem k tomu, že u uvedené místnosti počítáme se čtyřmi plochami se stejným součinitelem prostupu tepla i rozdílem teplot, plochy sečteme pro zjednodušení výpočtu.

Pro výpočet použijeme vzorec ze vztahu (3)

$$Q_o = 0.2776 \cdot 38.725 \cdot (20 - (-12)) = \underline{344.019W}$$

5.5 Výpočet tepelné ztráty prostupem tepla

Pro výpočet použijeme vzorec ze vztahu (2)

$$Q_p = 2.025 \cdot (1 + 0.04164 + 0 + 0.1) + 6.5 \cdot (1 + 0.04164 + 0 + 0.1) + \\ + 16.25 \cdot (1 + 0.04164 + 0 + (-0.05)) + 13.95 \cdot (1 + 0.04164 + 0 + 0.05)$$

$$\underline{Q_p = 357.3}$$

5.6 Výpočet tepelných ztrát větráním

Nejprve určíme tok větracího vzduchu. Pro zjednodušení výpočtu sečteme délky spár, stejně jako jsme ve výpočtu tepelných ztrát sečetli plochy stěn. Součinitel spárové průdušnosti, charakteristické číslo budovy, charakteristické číslo místnosti a rozdíl teplot ΔT je u všech otvorů v místnosti stejný.

Pro výpočet použijeme vzorec ze vztahu (9)

$$V_v = 0,000014 \cdot 20,2 \cdot 3 \cdot 0.7 = \underline{5.94 \cdot 10^{-4} m^3 / s}$$

Tepelná ztráta větráním dle vzorce (8)

$$Q_v = 1300 \cdot 5.94 \cdot 10^{-4} \cdot (20 - (-12)) = \underline{24.7 W}$$

5.7 Celková tepelná ztráta pro místnost 1.IV

Pro místnost 1.IV do tepelných ztrát musíme ještě zahrnout ztráty přes okna, dveře a podlahu. Tyto hodnoty nalezneme podrobně zpracované v příloze Tabulka 5.V našem případě již budou do výpočtu zahrnuty.

Pro výpočet použijeme vzorec ze vztahu (1)

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 670.9 + 24.7 - 0 = \underline{695.6 W}$$

5.8 Celková tepelná ztráta pro celý objekt

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 3330.381 + 100.527 - 0 = \underline{3269.709 W}$$

Podrobný výpis tepelných ztrát, tzn. přes okna, zdivo, strop, podlahu, střechu a ztráty větráním nalezneme v příloze, v Tabulkách 1-5.

6 Výpočet spotřeby tepla za topné období a návrhy tepelných zdrojů

Vzorec dle literatury [8].

$$E_c = 24 \cdot e \cdot d_o \cdot Q_n \cdot \frac{t_i - t_{em}}{t_i - t_e} \quad [\text{kWh}] \quad (10)$$

kde:

E_c	potřeba tepla za celé vytápěcí období	[kWh]
24	počet hodin za den	[hod]
e	poměrná potřeba tepla od počátku vytápěcího období	[-]
d_o	doba vytápěcího období	[den]
Q_n	jmenovitý tepelný výkon potřebný pro vytápění	[kW]
t_i	výpočtová vnitřní teplota	[°C]
t_{em}	průměrná vnější teplota za celé vytápěcí období	[°C]
t_e	výpočtová vnější teplota	[°C]

Výpočet:

$$E_c = 24 \cdot 1 \cdot 226 \cdot 3269 \cdot 709 \cdot \frac{20 - 5,9}{20 - (-12)} = \underline{\underline{7814 \text{ kWh}}}$$

6.1 Náklady na realizaci teplovodního a elektrického vytápění

Při vytápěné ploše 129,76 m² a tepelných ztrátách 3,26 kW nám tepelná ztráta činí 39,80 W/ m². Tato hodnota je důležitá pro volbu topné rohože. Do níže uvedených cen, nebudou započítány náklady na práci, regulační prvky a jiné. Bude se jednat jen o orientační cenu posazeného kabelu v systémové desce či topné rohože.

6.1.1 Teplovodní vytápění

Tabulka 3 - Náklady na m³ teplovodního vytápění

Název	Rozměr	Cena
Systémová deska GABOTHERM	1350·750mm	349 Kč/m ²
Trubka GABOTHERM HR-PB DD	15 · 1,5mm	39 Kč/m
		Přibližná cena na m ² : 856Kč

Náklady na otopnou plochu pro teplovodní vytápění:

$$129,76 \cdot 856 = \underline{\underline{111075 \text{ Kč}}}$$

6.1.2 Elektrické vytápění

Tabulka 4 - Náklady na m³ elektrického vytápění

Název	Rozměr	Cena
HM 150/1	1m ²	1042 Kč/m ²
		Cena na m ² : 1042Kč

Náklady na otopnou plochu pro elektrické vytápění:

$$129,76 \cdot 1042 = \underline{\underline{135210 \text{ Kč}}}$$

6.2 Návrh topného zařízení pro teplovodní vytápění

Pokud chceme dům vytápět zemním plynem, budeme vybírat mezi dvěma druhy kotlů, a to klasickým plynovým kotlem, nebo plynovým kotlem kondenzačním a jako poslední možnost zvolíme kotel na tuhá paliva. Vytápění zemním plynem se vyznačuje snadnou regulací, větší šetrností vůči životnímu prostředí oproti vytápění tuhými palivy a vyšší účinností spalovacího zařízení.

6.2.1 Návrh plynového kotle

Konvenční nástěnný kotel DAGAS od firmy Dakon pracuje s účinností 93%. Je určen pro vytápění a ohřev teplé vody (se zabudovaným smaltovaným nebo externím zásobníkem). [10]

Tabulka 5 - Parametry kotle

Název	Výkon	Účinnost	Cena
Dagas 02 24 RK	24kW	93%	22752 Kč



21 Kotel DAGAS

Množství spotřebované energie počítáme dle vztahu (10), do výpočtu zahrnujeme účinnost kotle, udávanou výrobcem.

$$E_p = \frac{E_c}{\eta} \quad [\text{kWh}]$$

Kde:

E_p dodávka energie [kWh]

η účinnost zařízení [1]

Výpočet:

$$E_p = \frac{E_c}{\eta} = \frac{7814}{0,93} = \underline{\underline{8402 kWh}}$$

6.2.2 Návrh kondenzačního plynového kotle

Kotel KZ na zemní plyn od firmy Dakon s účinností až 109 %. Této účinnosti dosahujeme díky tomu, že konstrukce kondenzačních kotlů umožňuje využít kondenzační teplo. Po předání primárního tepla ze spalín dochází k jejich dalšímu ochlazení až na teplotu, která se nachází pod hodnotou rosného bodu. Jestliže se teplota pohybuje v této oblasti, vodní pára obsažená ve spalínách kondenzuje, a tím je tepelná energie dodatečně předávána do topného systému. Kondenzační technika využívá navíc nejen latentní teplo, ale i primární tepelná energie je využita účinněji než u klasických kotlů. Teplota rosného bodu spalín zemního plynu je cca 50–55 °C. Proto je důležité, aby se teplota zpátečky pohybovala pod touto teplotou, z důvodu optimální funkce kotle. Kotel se vyznačuje snadnou montáží na stěnu nezávisle na velikosti prostoru. Je určen pro vytápění a ohřev teplé vody (se zabudovaným nebo externím zásobníkem). Vhodný pro podlahové vytápění, s plynulou modulací výkonu. [10]

Tabulka 6 - Parametry kotle

Název	Výkon	Účinnost	Cena
KZ 14 R	22kW	109%	43188 Kč



6-2 Kotel KZ

Výpočet:

$$E_p = \frac{E_c}{\eta} = \frac{7814}{1,09} = \underline{\underline{7168,8kWh}}$$

6.2.3 Návrh kotle na tuhá paliva

Ocelový kotel DOR na dřevo s účinností až 84%. Jako náhradní palivo lze použít všechny druhy tuhých paliv. Kotel má zabudovanou bezpečnostní chladicí smyčku a také automatickou regulaci výkonu. [10]

Tabulka 7 - Parametry kotle

Název	Výkon	Účinnost	Cena
DOR 32 D	32kW	84%	28260 Kč



33 Kotel DOR

Výpočet:

$$E_p = \frac{E_c}{\eta} = \frac{7814}{0,84} = \underline{\underline{9302,4kWh}}$$

6.2.4 Množství spotřebované energie na elektrické vytápění

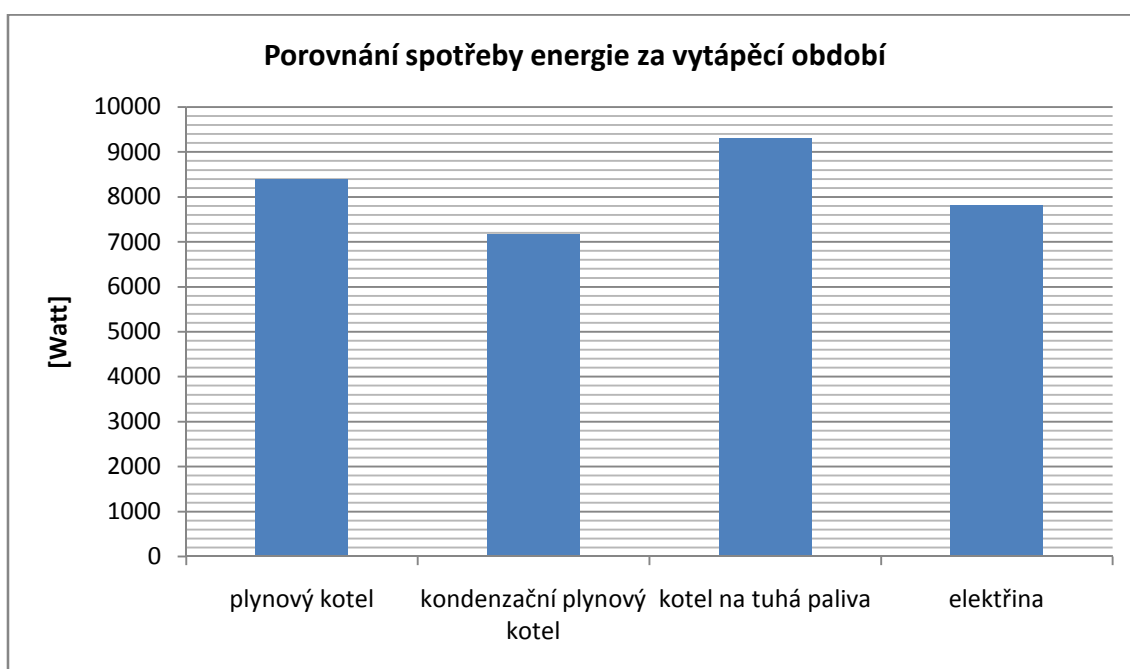
Elektrické vytápění má 100% účinnost přeměny elektrické energie v teplo.

$$E_p = \frac{E_c}{\eta} = \frac{7814}{1} = \underline{\underline{7814kWh}}$$

6.2.5 Porovnání spotřeby energie jednotlivých zdrojů za vytápěcí období

Tabulka 8 - Porovnání spotřeby energie

Topné zařízení	Kotel Dagas	Kotel KZ	Kotel DOR	Elektřina
Spotřeba energie	8402 kWh	7168,8 kWh	9302,4 kWh	7814 kWh

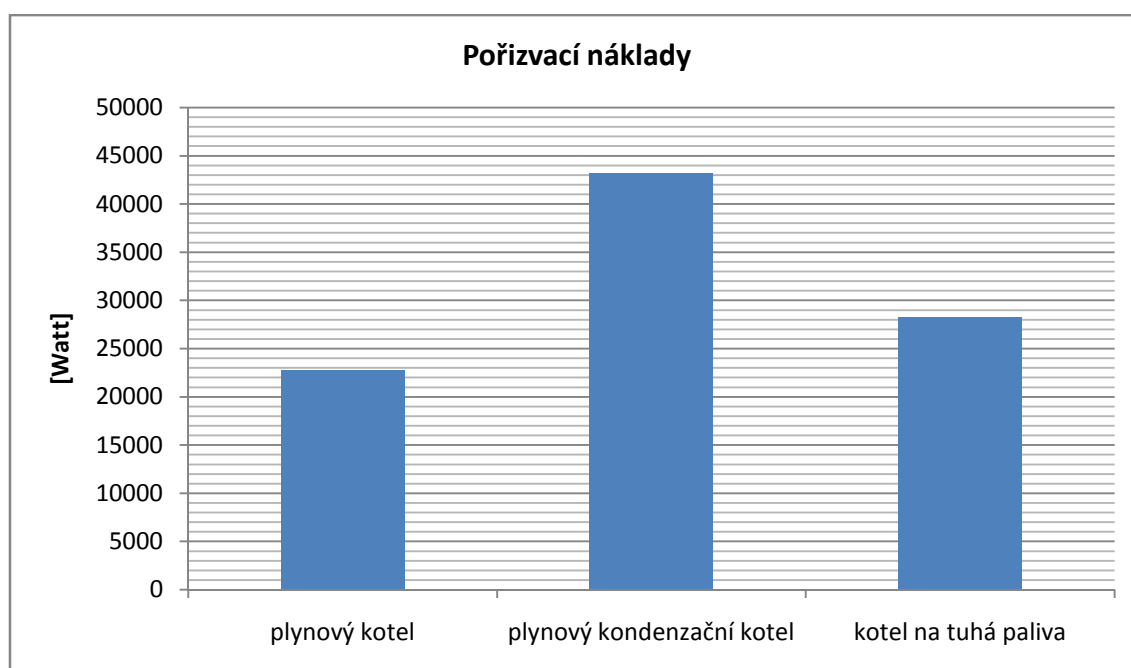


7 Ekonomické zhodnocení investice s ohledem na současné ceny energií

7.1 Pořizovací náklady na otopné zařízení

Tabulka 9 - Pořizovací náklady na otopné jednotky

Topné zařízení	Kotel Dagas	Kotel KZ	Kotel DOR
Cena	22752 Kč	43188 Kč	28260 Kč



7.2 Náklady na provoz za vytápěcí období

Ceny energií jsou čerpány z literatury [11]

Tabulka 10 - Ceny jednotlivých energií

Druh paliva	Cena	Měsíční platba
Zemní plyn	1,05 Kč/ kWh	300,58 Kč
Dřevo	0,55 Kč/kWh	-
Elektřina	2,5 Kč/kWh	390Kč

Vzorec pro výpočet ceny tepla za celé vytápěcí období (11):

$$C = E_p \cdot c + (12 \cdot m_p) \quad [\text{Kč}]$$

Kde:

E_p	dodávka energie	[kWh]
C	cena za teplo spotřebované za vytápěcí období	[Kč]
c	cena za kWh dodané energie	[Kč/kWh]
mp	měsíční platba	[Kč]

7.2.1 Plynový kotel

$$C = E_p \cdot c + (12 \cdot m_p) = 8402 \cdot 1,05 + (12 \cdot 300,58) = \underline{\underline{12429 \text{ Kč}}}$$

7.2.2 Plynový kondenzační kotel

$$C = E_p \cdot c + (12 \cdot m_p) = 7168,8 \cdot 1,05 + (12 \cdot 300,58) = \underline{\underline{11134,2 \text{ Kč}}}$$

7.2.3 Kotel na tuhá paliva

$$C = E_p \cdot c = 9302,4 \cdot 0,55 = \underline{\underline{5116,3 \text{ Kč}}}$$

7.2.4 Vytápění elektřinou

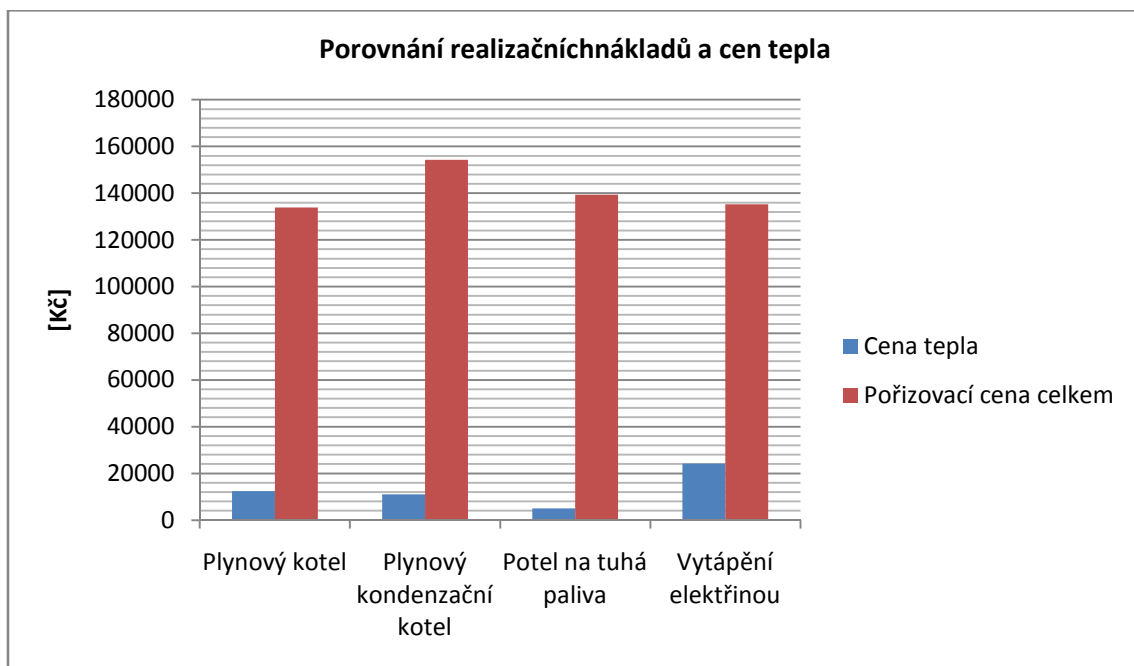
$$C = E_p \cdot c + (12 \cdot m_p) = 7814 \cdot 2,5 + (12 \cdot 390) = \underline{\underline{24215 \text{ Kč}}}$$

7.3 Porovnání celkových nákladů na realizaci vytápění, včetně cen energií za vytápěcí období

Do pořizovacích nákladů u jednotlivých typů vytápění budou ke každému topnému zařízení připočítány i náklady na otopnou plochu (111075 Kč u teplovodního, 135210 Kč u elektrického vytápění).

Tabulka 11 - Porovnání celkových nákladů

Druh vytápění	Pořizovací náklady[Kč]	Spotřeba energie[kWh]	Cena za kWh [Kč]	Cena tepla[Kč]	Pořizovací cena celkem[Kč]
Plynový kotel	133827	8402	1,05	12429	146256
Plynový kondenzační kotel	154263	7168,8	1,05	11134,2	165397,2
Kotel na tuhá paliva	139335	9302,4	0,55	5116,3	144451,3
Vytápění elektřinou	135210	7814	2,5	24215	159425



8 Závěr

Hlavním úkolem bakalářské práce je určit, který systém podlahového vytápění je pro zvolený objekt výhodnější, jak z hlediska provedení, tak z hlediska finančního. Můžeme říci, že podlahové vytápěcí systémy se hodí do objektů, které se vyznačují nízkou spotřebou tepla pro pokrytí tepelných ztrát.

V úvodu – teoretické části bakalářské je uveden historický vývoj, vysvětlení co vlastně podlahové vytápění je, jeho funkčnost, výhody a porovnání teplotních zón jednotlivých vytápěcích zdrojů. V následujících dvou kapitolách se zabýváme dvěma porovnávanými typy podlahového vytápění (teplovodním a elektrickým), způsoby pokládání, podlahovými krytinami a režimy a druhy otopných jednotek u elektrického vytápění.

Byl proveden návrh čtyř vytápěcích zařízení – dvě varianty vytápění plynem (klasický teplovodní plynový kotel a kotel kondenzační), dále zařízení spalující dřevo a jako poslední variantu, samotnou elektrickou energii. U plynových kotlů bych zohlednil kondenzační, jehož účinnost spalování přesahuje 100%, což výrazně snižuje spotřebu tepla oproti konvenčním plynovým kotlům. Spalovací zařízení na dřevo, má oproti ostatním zdrojům nejlevnější ceny energií, ale vzhledem k tomu, že ne každý uživatel má přístup k pevným palivům, to není nejvhodnější vytápěcí jednotka. Elektrické vytápění, jak už bylo výše uvedeno má 100% účinnost přeměny elektrické energie na teplo, tzn., že množství spotřeby tepla za topné období se rovná množství spotřebované energie na vytápění.

Cílem práce bylo srovnat na základě výpočtu tepelné ztráty objektu teplovodní a elektrické podlahové vytápění a následné ekonomické zhodnocení investic s ohledem na současné ceny energií a na úkor celoroční spotřeby tepla a pořizovacích nákladů u jednotlivých vytápěcích zdrojů.

Na základě těchto výpočtů bych jako vytápěcí zařízení pro mnou zvolený objekt doporučil teplovodní vytápění a jako zdroj tepla kondenzační plynový kotel. Vytápění plynem má výhody ve vysoké účinnosti zařízení a dobré regulaci. Oproti vytápění elektřinou má sice teplovodní vytápění vyšší pořizovací náklady, ale vzhledem k procentu ušetřené energie a hlavně vysokým cenám elektřiny to vůbec nevadí.

9 Seznam použité literatury

- [1] *Tezamo.cz* [online]. 2009 [cit. 2010-02-23]. Podlahové vytápění. Dostupné z WWW: <http://www.tezamo.cz/8-podlahove_vytapeni>.
- [2] *Finexpert.cz* [online]. 17. 4. 2009 [cit. 2010-02-23]. Jak se vyplácí podlahové topení. Dostupné z WWW: <<http://www.finexpert.cz/default.aspx?server=1&article=24793>>.
- [3] *Tzb-info.cz* [online]. 27.10.2009 [cit. 2010-02-23]. Podlahové topení patří budoucnosti. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=6002>>.
- [4] PETRÁŠ, Dušan; KOUDELKOVÁ, Daniela. *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. [s.l.] : [s.n.], 2004. 189 s.
- [5] *Topné kabely* [online]. 2010 [cit. 2010-03-15]. Podlahove-topeni.eu. Dostupné z WWW: <<http://www.podlahove-topeni.eu/?p=productsList&iCategory=30&sName=Topne-kabely>>.
- [6] *Topné rohože* [online]. 2010 [cit. 2010-03-16]. Podlahove-topeni.eu. Dostupné z WWW: <<http://www.podlahove-topeni.eu/?p=productsList&iCategory=31&sName=Topne-rohoze>>.
- [7] *Topné rfólie* [online]. 2010 [cit. 2010-03-16]. Podlahove-topeni.eu. Dostupné z WWW: <<http://www.podlahove-topeni.eu/?p=productsList&iCategory=52&sName=Topne-folie>>.
- [8] ŘEHÁNEK, Jaroslav, et al. *Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov*. [s.l.] : Grada Publishing a.s., 2002. 247 s.
- [9] *Vytápěcí a sanitární systémy gabotherm® : Ceník 07/2009* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2009 [cit. 2010-04-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.kkh.cz/ke-stazeni/gabotherm/ceniky/>>.
- [10] *Www.dakon.cz* [online]. 1.4.2010 [cit. 2010-04-05]. Ceník výrobků. Dostupné z WWW: <http://www.dakon.cz/user_data/cms/soubory/00057/Cenik-vyrobkou-kotle-a-regulace.pdf>.

[11] *Vytapeni.tzb-info.cz* [online]. 1.1.2010 [cit. 2010-04-27]. Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. Dostupné z WWW: <<http://vytapeni.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=269&h=38&obor=5>>.

[12] ČSN 06 02 10: Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

[13] ČSN 73 05 42: Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov – vlastnosti materiálů a konstrukcí

10 Seznam příloh

Příloha 1 - Tabulka 1. Tepelné ztráty pro přízemní patro

Příloha 2 - Tabulka 2. Tepelné ztráty pro první patro a střechu

Příloha 3 - Tabulka 3. Tepelné ztráty větráním

Příloha 4 - Tabulka 4. Tepelné ztráty přes strop

Příloha 5 - Tabulka 5. Tepelné ztráty přes okna a podlahu

Příloha 6 - Výkresová dokumentace